

马铃薯机械化播种与收获作业的关键技术要求

李忠堂

西吉县农业农村局乡村振兴服务中心 宁夏 固原 756200

摘 要: 本文系统梳理了国内外马铃薯机械化播种与收获技术的发展现状,深入剖析了播种与收获作业中的关键技术参数体系,包括农艺适配性、机具性能指标及作业质量评价标准。在此基础上,重点探讨了当前我国马铃薯机械化作业中存在的地块条件限制、机具适应性不足、农机农艺融合不深等突出问题,并针对性地提出了强化标准体系建设、推动智能装备研发、深化区域模式集成、完善社会化服务体系等发展对策。研究表明,只有通过多维度协同创新,才能有效提升马铃薯机械化作业水平,为马铃薯产业的高质量发展提供坚实支撑。

关键词: 马铃薯; 机械化播种; 机械化收获; 关键技术; 作业质量

引言

马铃薯营养丰富、适应性强,在全球广泛种植。2015 年我国启动“马铃薯主粮化”战略,使其成为第四大主粮作物,推动产业转型升级。该战略实施不仅要求扩大种植面积、提升单产,更对生产标准化、高效化和现代化提出挑战。马铃薯生产中,播种与收获是关键且劳动密集的环节,传统人工作业效率低、成本高,难以满足现代农业规模化经营需求,在农村劳动力短缺和用工成本攀升背景下,机械化作业成必然选择。机械化播种可确保播深、株行距一致,施肥精准;机械化收获能提高作业效率,减少损失和破损,保证商品品质。因此,深入研究马铃薯机械化播种与收获关键技术,对破解产业发展瓶颈、落实主粮化战略意义重大。

1 马铃薯机械化作业的发展现状与战略需求

1.1 国内外研究与应用现状

全球范围内,马铃薯机械化技术已相当成熟。欧美等发达国家凭借其广阔的平原地形和雄厚的工业基础,早已实现了从耕整地、播种、田间管理到收获、仓储的全程高度机械化、智能化。其主流机型如德国 Grimme、荷兰 Stork 等公司的产品,集成了 GPS 导航、自动控制、在线监测等多种先进技术,作业精度高、可靠性强、适应性广。相比之下,我国马铃薯机械化起步较晚,整体水平仍有较大差距。尽管近年来在政策扶持和市场需求的驱动下,国产马铃薯机械的研发与应用取得了长足进步,涌现出青岛洪珠、中机美诺等一批骨干企业,但依然面临诸多挑战。一方面,我国马铃薯种植区域广阔,涵盖了北方一季作区、中原二季作区、西南混作区和南方冬作区,各地土壤类型、气候条件、种植模式差

异巨大,对机具的通用性和适应性提出了极高要求。另一方面,国产机具在核心技术、制造工艺、材料选用等方面与国际先进水平相比尚有不足,尤其在丘陵山区等复杂地形条件下,适用的高性能、小型化、智能化装备仍显匮乏。

1.2 “主粮化”战略下的机械化需求

“马铃薯主粮化”战略的核心目标是将马铃薯由副食消费向主食消费转变,由原料产品向产业化系列制成品转变,由温饱消费向营养健康消费转变。这一转型对机械化作业提出了更高、更精细的要求。首先,规模化生产需求。主粮化意味着马铃薯将作为大宗农产品进入市场,必须依靠规模化种植来保障稳定的原料供应。而规模化生产离不开高效的机械化作业支撑,尤其是在播种和收获这两个决定生产成本和效益的关键环节。其次,标准化品质需求。用于主食加工的马铃薯对薯块的外观、大小、形状、干物质含量等有严格的标准。机械化作业必须能够最大限度地减少损伤、控制杂质、保证薯块完整性,以满足下游加工企业的品质要求。最后,全程机械化需求。主粮化战略强调的是全产业链的协同发展,这要求从种到收的每一个环节都实现机械化、标准化,形成一套完整的、可复制、可推广的技术模式。因此,突破播种与收获的技术瓶颈,是实现马铃薯全程机械化、支撑主粮化战略落地的关键所在。

2 马铃薯机械化播种作业的关键技术要求

2.1 播前准备与农艺要求

播种作业的质量首先取决于充分的播前准备。(1) 地块选择与整理: 应选择地势平坦、土层深厚、排灌方便、便于大型机械作业的地块。实行三年以上轮作,

前茬以麦类、豆类为佳,忌连作和迎茬,以减少土传病害。播前需进行精细整地,通常要求深耕 25-30 厘米,打破犁底层,然后耙平耙细,达到“上虚下实”的状态,为种薯萌发和根系生长创造良好环境^[1]。(2)种薯处理:选用符合国家标准脱毒种薯,纯度高、无病虫、无损伤。根据品种特性和当地气候,确定适宜的播种期,一般以土壤 10 厘米深处地温稳定在 7-10℃为宜。播前 2-3 天进行切块,每个薯块重 25-50 克,带 1-2 个健壮芽眼。切块后需用杀菌剂(如代森锰锌)拌种消毒,并在阴凉通风处晾干伤口,以防烂种。

2.2 关键作业参数与技术规范

播种机的性能直接决定了播种质量,其核心参数必须严格遵循农艺要求进行调整。(1)行距与株距:行距和株距的设定直接影响田间的通风透光条件和群体产量。根据不同区域和种植模式,行距通常在 60-90 厘米之间,其中北方一季作区多采用大垄双行(垄距 80-90 厘米),中原二季作区则多为单垄单行(行距 60-70 厘米)。株距则根据品种和目标密度确定,一般在 20-30 厘米,确保每亩苗 3500-4500 株。(2)播种深度:播深是影响出苗整齐度和抗旱能力的关键。过浅易受干旱和高温影响,过深则出苗困难。根据土壤墒情和质地,适宜的播种深度一般为 8-15 厘米。在干旱地区可适当加深至 15-20 厘米,以利保墒;在粘重土壤或地下水位较高地区,则应适当浅播^[2]。(3)施肥要求:现代马铃薯播种机多为复式作业机具,可同步完成开沟、施肥、播种、覆土、镇压等工序。基肥应以有机肥为主,化肥为辅,深施于种薯下方或侧下方。施肥深度通常比播种深度深 3-5 厘米,即 12-18 厘米,以避免烧种烧芽。施肥量需根据土壤肥力和目标产量精准计算。

2.3 作业质量评价指标体系

为确保播种作业达到预期效果,需建立科学的质量评价体系。依据《马铃薯种植机械作业质量》(NY/T 990)等行业标准,核心评价指标包括:(1)漏播指数:指单位长度内漏播穴数占总穴数的百分比,合格阈值通常要求 $\leq 10\%$ 。(2)重播率:指单位长度内重复播种穴数占总穴数的百分比,同样要求控制在较低水平。(3)株距合格率:实际株距与设计株距的偏差在允许范围内的比例,要求 $\geq 80\%$ 。(4)播种深度合格率:实际播深与设计播深的偏差在 ± 1 厘米以内的比例,要求 $\geq 80\%$ 。(5)种薯幼芽损伤率:在播种过程中因机械作用导致幼芽受损的比例,要求 $\leq 2\%$ 。这些指标共同构成了衡量播种机作业性能和播种质量的综合标尺,是指导机具选型、调试和作业的重要依据。

3 马铃薯机械化收获作业的关键技术要求

3.1 收获时机与前期准备

适时收获是保证薯块品质和耐储性的前提。(1)收获时期:应在马铃薯生理成熟后进行。判断标准为地上部茎叶大部分枯黄。为便于机械作业,通常在收获前 7-10 天进行机械打秧,清除地上茎叶,使薯皮老化增厚,减少收获过程中的机械损伤。(2)土壤条件:收获时土壤含水率应适宜,既不能过湿(易造成泥泞、堵塞机具),也不能过干(易增加挖掘阻力和扬尘)。理想的土壤含水率在 15%-25%之间。

3.2 关键作业参数与技术规范

收获机的作业参数直接影响收获质量和效率。(1)挖掘深度:挖掘深度必须足以将所有薯块完整挖出,同时又要尽量减少挖掘阻力和能耗。挖掘深度通常设定在 16-20 厘米,具体数值需根据垄高、薯块分布深度以及土壤硬度进行动态调整。研究表明,当挖掘深度为 160 毫米左右时,能有效平衡明薯率与能耗。(2)作业速度:收获机的前进速度是影响作业质量和效率的核心变量。速度过快,会导致挖掘不彻底、分离不净、损伤加剧;速度过慢,则影响作业效率。通常,联合收获机的作业速度应控制在 3-6 公里/小时。试验表明,在 6 公里/小时的速度下,配合合适的挖掘深度,可以实现明薯率、破皮率和伤薯率的最佳平衡^[3]。(3)分离装置参数:收获机内部的振动筛、输送链等分离装置的振幅、频率和倾角,决定了土薯分离的效果。合理的参数设置能有效去除泥土和杂物,同时减少薯块间的碰撞摩擦。

3.3 作业质量评价指标体系

依据《马铃薯收获机作业质量》(NY/T 2464)等标准,机械化收获作业的核心质量指标包括:(1)明薯率:指被挖掘出并暴露在地表的薯块重量占该地块总薯块重量的百分比,是衡量挖掘是否彻底的关键指标,要求 $\geq 95\%$ 。(2)伤薯率:指因机械作用(如切割、挤压、碰撞)导致薯块表皮破损或内部组织损伤的薯块重量占总收获薯块重量的百分比。这是影响商品率和耐储性的最重要指标,行业标准要求 $\leq 3\%$ 。(3)含杂率:指收获物中所含泥土、石块、茎叶等杂质的重量占总收获物重量的百分比,要求 $\leq 8\%$ 。过高的含杂率会增加后续清选成本,并可能影响薯块储存。(4)损失率:指未被收获机收起而遗留在田间的薯块重量占总产量的百分比,要求控制在较低水平(通常 $\leq 5\%$)。这些量化指标为收获机的性能鉴定、作业效果评估以及技术改进提供了明确的方向。

4 当前存在的主要问题与挑战

一是地块条件制约严重：我国马铃薯主产区中有相当一部分位于丘陵山区，地块小、坡度大、不规则，大型通用型机械难以施展。现有适用于平原地区的机具在山区“水土不服”，而专用的小型、轻便、高通过性机具供给不足。二是机具适应性与可靠性不足：国产机具在核心部件（如排种器、挖掘铲、分离筛）的材料、工艺和设计上与国际先进水平存在差距，导致在复杂多变的田间环境下，作业稳定性、可靠性和耐久性有待提高。部分机具存在伤薯率高、含杂率高、故障率高等问题。三是农机农艺融合不深：部分地区存在“重机具、轻农艺”或“重农艺、轻机具”的倾向，种植模式未能充分考虑机械化作业的需求，或者机具设计未能有效匹配当地的农艺规范，导致“有机难用”或“有艺难机”。四是智能化与信息化水平低：当前主流机具仍以机械-液压控制为主，缺乏对作业过程的实时感知、精准调控和数据反馈能力。在播种精度监控、漏播重播自动补偿、收获损伤在线预警等方面，智能化技术的应用尚处于初级阶段。

5 发展对策与未来展望

针对上述问题，未来马铃薯机械化的发展应着力于以下几个方面：（1）强化标准体系建设与宣贯：进一步完善涵盖不同区域、不同模式的马铃薯全程机械化技术标准体系，特别是细化播种与收获环节的操作规程和质量评价方法。加强标准的宣传、培训和推广应用，引导农户和合作社按标生产、依规作业。（2）推动智能高端装备研发：鼓励产学研用协同创新，重点突破适用于丘陵山区的小型化、轻量化、履带式动力底盘技术，以及高精度、低损伤的排种与挖掘分离核心技术。加快北斗导航、机器视觉、物联网、人工智能等技术在马铃薯机械上的集成应用，发展具备自动导航、精准作业、故障

诊断、远程运维等功能的智能装备^[4]。（3）深化区域模式集成与示范：根据不同生态区的特点，集成良种、良法、良机、良制，打造一批可复制、可推广的区域性全程机械化解决方案。例如，在北方平原区推广大型高效联合收获模式，在西南山区推广小型分段收获模式，在南方冬作区推广轻简高效模式，并通过建立示范基地进行辐射带动。（4）完善社会化服务体系：大力发展农机合作社、专业化服务公司等新型服务主体，通过跨区作业、订单作业、托管服务等多种形式，提高机具的利用率和作业的专业化水平。同时，健全售后服务网络，解决用户“买得起、用得好、修得快”的后顾之忧。

6 结语

马铃薯机械化播种与收获作业是实现产业现代化的核心环节，其技术要求是一个涉及农艺、农机、工程、信息等多学科交叉的复杂系统。本文通过对关键技术参数、质量评价体系及现存问题的系统梳理，揭示了当前发展的重点与难点。未来，唯有坚持问题导向，以“马铃薯主粮化”战略为引领，通过强化标准、创新驱动、模式集成和服务保障等多措并举，才能有效破解技术瓶颈，全面提升我国马铃薯机械化水平，为保障国家粮食安全和推动农业高质量发展贡献更大力量。

参考文献

- [1] 闫卫标. 马铃薯机械化播种技术的分析 [J]. 世界热带农业信息, 2025, (05): 87-89.
- [2] 孙茜. 马铃薯种植全程机械化作业模式研究 [J]. 当代农机, 2025, (12): 27-28.
- [3] 陈配祥. 马铃薯播种与收获机械化技术应用研究 [J]. 南方农机, 2026, 57(04): 142-144.
- [4] 张学静. 马铃薯机械化高效生产技术的应用 [J]. 当代农机, 2026, (01): 13-14.